

基于 VxWorks 的微型打印机心电信号图文打印设计

陈华宾, 许 茹, 陈 真

(厦门大学电子工程系, 福建省厦门市 361005)

【摘 要】 介绍了在 VxWorks 嵌入式实时操作系统下, 利用 TP4p-T 微型打印机进行心电信号图形文字同屏打印的设计。简要介绍了微型打印机以及 VxWorks 嵌入式实时操作系统, 以及在所构建的硬件平台上进行微型打印机图形文字同屏打印的设计, 并介绍了将该微型打印机应用于便携式多通道遥测心电监护系统, 作为 3 床病人实时心电监护的心电数据硬拷贝输出设备的工作原理。

关键词: 微型打印机, VxWorks, 心电监护仪, 嵌入式操作系统

中图分类号: TP334. 8

1 硬件设计

微型打印机按数据传输方式, 可分为无线微型打印机和有线微型打印机, 前者是利用红外或蓝牙技术进行数据通信, 后者是通过串行或并行方式进行数据通信。当然, 通常无线微型打印机都带有串口或并口, 可以通过有线的方式进行数据通信。按打印方式, 微型打印机可分为针式微型打印机、热敏微型打印机和热转印微型打印机等。另外, 还有微型字模打印机, 这种打印机多用在出租车上。

本设计采用的是 SP-T 系列台式微型打印机, 用做便携式多通道心电监护系统的心电数据硬拷贝输出设备。该机设计新颖, 整机外形如同普通打印机缩微, 体积小、重量轻、功能强、易操作、使用方便, 它不但可以打印标准的 ASCII 字符及块图符, 还可以打印点阵图形和曲线, 能很好地满足心电监护仪对心电数据图文打印的需要。

我们以思泰基公司的 S104/ TX-540 工控机为核心, 构成了一台便携式心电监护系统, 嵌入式工控机在实时心电监护软件的指挥下, 控制心电数据采集卡、LCD 显示屏、微型打印机等外围设备有序地工作, 并根据对心电信号进行处理的结果进行显示、打印、报警等。系统有 3 个通道, 可以分别实现对 3 床病人同时遥测和床边心电实时监护。监护期间显示 3 床病人的实时心电波形和当前心率, 发现病态后立即自动冻结病人前 5 s、后 10 s 的病态心电波, 发出病态的语音报警和屏幕警报报警; 同时, 自动将病态心电数据打印输出。除了这种病态自动打印输出外, 系统还可提供手动打印输出和自动定时打印。

系统的硬件结构框图如图 1 所示。

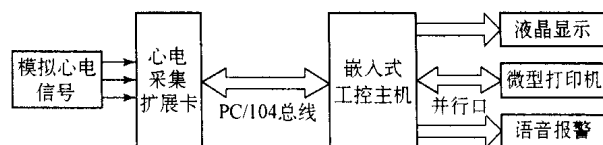


图 1 系统硬件结构框图

VxWorks 是美国 Wind River System 公司推出的一个运行在目标机上的高性能、可裁剪的嵌入式实时操作系统, 它以其良好的可靠性和卓越的实时性被广泛应用于通信、军事、航空、航天等高技术及实时性要求极高的领域中。

Vxworks 编程是基于多任务机制进行的多任务内核、任务机制、任务间通信和中断处理机制, 是 VxWorks 运行环境的核心。

软件设计时, 通常将应用划分成独立的、互相作用的程序集合, 每一个单独执行的程序都是一个任务。VxWorks 的任务可以直接或共享访问大多数系统资源, 同时拥有足够分离的上下文来维护各自的控制线程, 这些任务共同合作来实现整个系统的功能。打印任务是 VxWorks 的任务之一, 负责接收其他任务的打印请求并对心电波形进行打印机的硬拷贝输出。

根据系统实时性设计要求, 监护系统采用基于优先级的抢占式的任务调度方式, 因此, 对监护系统各任务进行优先级的合理分配变得至关重要。由于打印机是慢速设备, 进行打印控制的大部分时间都花在与打印机进行数据交换时的系统等待上, 因此, 必须把打印任务的优先级别设为最低, 以保证其他任何任务在需要时都可以打断打印任务, 充分利用系统 CPU 资源。

2 软件设计

打印功能作为便携式多通道遥测心电监护系统的扩展功能, 有自动、手动、定时 3 种不同的工作模式, 但

收稿日期: 2003-08-20

实现的机制大体相同:由一定的条件触发,在中断中完成必要的打印数据收集,并向打印任务发送打印请求,同时传递本次打印的数据信息,最后,打印任务根据收到的打印数据信息,以低优先级的运行方式驱动微型打印机完成本次打印输出。

2.1 打印格式规范

根据心电监护系统要求,打印的内容主要分为固定输出的内容和与特定的某次打印相关的内容两部分。

固定输出的内容包括:页眉的横线,通道号“CHANNEL:”,打印类型“PRINT TYPE:”,要求打印时病态“MORBIDITY:”。上面的 3 个字符串分别以字符数组的形式存放。

与特定的某次打印相关的内容包括:

- a) “CHANNEL:”后输出通道号。
- b) “PRINT TYPE:”后输出本次打印的类型:“auto”(自动)或“manual”(手动)或“periodic”(定时)。这 3 个字符串以二维数组的形式存放,第 1 维表征打印类型。
- c) “MORBIDITY:”后输出要求打印时的病态类型:“none”(无病态)、“beat stop”(停搏)、“beat fast”(心动过速)、“beat slow”(心动过缓)、“RonT”、“beat lost”(漏搏)、“vent fast”(室性心动过速)、“auri ahead”(房性早搏)、“vent ahead”(室性早波)。上述 9 个字符串也是以二维数组的形式存放,第 1 维表征病态类型。
- d) 15 s 的心电波形:3 通道,每通道各有 3 种打印类型,要开辟 9 个独立的打印数据存储区用于存储波形数据,具体用三维数组实现,第 1 维表征通道号,第 2 维表征打印类型(0:病态自动;1:手动;2:定时),第 3 维为心电数据。

e) 心电波形打印后,附上波形的最后一点对应的日期和时间,便于诊断和归档。日期和时间分别以字符串的形式存放。

2.2 打印数据收集

心电数据及波形的打印方式可分为手动、病态自动、定时自动 3 种。这 3 种打印功能都是在一定的触发条件下,通过设置对应的功能工作标志字开始心电数据的收集。这 3 种打印类型的触发形式不同。手动打印功能的触发,是由 GUI 任务收到用户要求手动打印的事件后,将手动打印功能工作标志字置 1,而中断程序中查询到该标志字为 1,开始执行具体的实现程序;病态自动打印功能的触发,是由监控系统经过判别程序发现有病态发生,置自动打印功能标志为 1,完成打印输出;定时打印功能的触发,是通过程序中进行定时计数,当定时时间到,置定时打印功能工作标志字,

触发定时打印。

3 种类型的打印功能其数据收集虽然在各自独立的程序中完成,但是过程大致相同。由打印内容可以知道,完成一次打印输出必须的数据信息有:本次请求打印的通道号、打印类型、要求打印时的病态、相应心电波形的数据和相关的日期和时间。

当打印功能标志字置 1 后,将当前的病态字封存在对应通道、对应类型的打印消息 buffer 中。而相应心电波形的数据在中断服务子程序中收集,包括要求打印前 5 s 和后 10 s 的心电波形数据,顺序存储到与对应通道、对应打印类型相关的数组中。

数据收集程序段在收集完波形数据后,调用事先编写的函数获得当前日期和时间,将它们转化为字符串格式,存放到与本次打印处理通道号、打印类型相关的字符数组中。

为保证在等待打印的时间内打印数据不被破坏,定义一个表征打印数据收集中的标志字。

图 2 所示为手动打印数据收集程序流程。

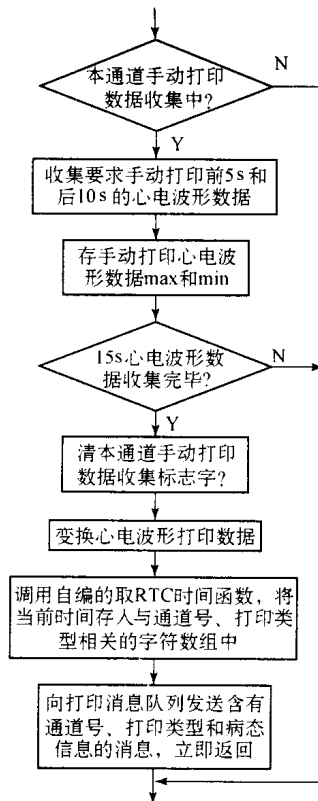


图 2 手动打印数据收集程序流程

2.3 图文打印的实现

就系统的心电数据图文打印功能的软件实现而言,编程实现打印功能前,要先实现嵌入式工控机和微型打印机的通信,驱动打印机打印字符和曲线。根据 TTPP-T 微型打印机说明书,在 VxWorks 下编写实现打印机输出 1 个字节(字符或控制字)的函数,并以此为

基础编写实现驱动打印机打印字符串的函数以及打印心电波形函数,从而在打印任务中调用这些函数以完成心电信号的硬拷贝输出。开发工作在 Tornado 集成开发环境中完成。图 3 为打印任务的流程。

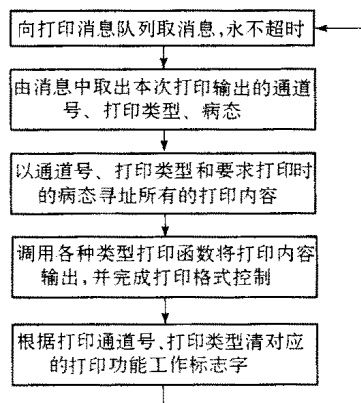


图 3 打印任务流程

为了完成打印功能内部的通信,系统初始化时生成一个专用的消息队列。某通道某类型的打印数据收集完毕后,中断任务会向通道发送一个消息,消息内容包括本次打印的通道号、打印类型和病态。

由于打印内容的存放地址都是与本次打印的通道号、打印类型、病态相关联,所以打印任务只要得到通

道号、打印类型、病态信息,就可以寻址到所有需要打印输出的内容,最终完成打印输出。图 4 为打印输出的一个示例。

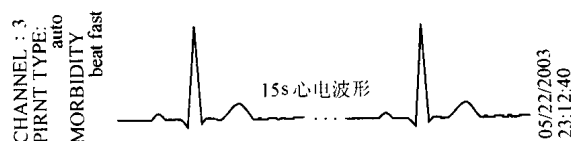


图 4 打印输出示例

3 结束语

各种微型打印机虽然性能指标有异,但它们的工作时序基本相同。因此,本文介绍的基于 VxWorks 嵌入式实时操作系统、利用 THUp-T 微型打印机进行图形文字同屏打印的设计方法,也适合于其他多种微型打印机,具有通用性。

参 考 文 献

- [1] 孔祥营,柏桂枝. 嵌入式实时操作系统 VxWorks 及其开发系统 Tornado. 北京:中国电力出版社,2002
- [2] 张素琴. C++ 程序设计语言. 北京:清华大学出版社,1995
- [3] 朱家驹,王月姣. 微型打印机通用打印程序的设计. 中南民族大学学报(自然科学版),2002,21(3):55~57,72

The ECG Curve-Character-Printing Design Using a Mini-Printer Based on VxWorks

Chen Huabin, Xu Ru, Chen Zhen

(Xiamen University, Xiamen 361005, China)

【Abstract】 This paper introduces the curve-character-printing design using the THUp-T mini-printer under the real-time operating system VxWorks. First, this paper briefly introduces the mini-printer and VxWorks, as well as the curve-character-printing design on the hardware system platform, then introduces the principle of application of the mini-printer to the portable multi-channel remote ECG monitoring system as the ECG backup data output equipment for real time ECG monitoring of three patients.

Key words: mini-printer, VxWorks, ECG monitor, embedded system

投稿前请仔细阅读本刊投稿简则。

投稿简则可免费向本刊编辑部索取。

E-mail: radar net @ public 1. ptt. js. cn

电 话: 025-83772588